

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

009652094 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1993-345644/199344

XRPX Acc No: N93-266911

**Vehicle occupant protection e.g. airbag actuation - estimating occupant displacement and-or relative speed from acceleration after start of accident and actuating protection exceeds given value in given time.**

Patent Assignee: BOSCH GMBH ROBERT (BOSC )

Inventor: NITSCHKE W; WETTSTEIN H

Number of Countries: 018 Number of Patents: 008

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4212421	A1	19931028	DE 4212421	A	19920414	199344 B
WO 9321043	A1	19931028	WO 93DE313	A	19930402	199344
EP 636074	A1	19950201	EP 93907778	A	19930402	199509
			WO 93DE313	A	19930402	
JP 7508945	W	19951005	JP 93517902	A	19930402	199548
			WO 93DE313	A	19930402	
US 5540461	A	19960730	WO 93DE313	A	19930402	199636
			US 94318763	A	19941104	
EP 636074	B1	19960828	EP 93907778	A	19930402	199639
			WO 93DE313	A	19930402	
DE 59303586	G	19961002	DE 503586	A	19930402	199645
			EP 93907778	A	19930402	
			WO 93DE313	A	19930402	
US 5673932	A	19971007	WO 93DE313	A	19930402	199746
			US 94318763	A	19941104	
			US 96615571	A	19960312	

Priority Applications (No Type Date): DE 4212421 A 19920414

Cited Patents: 2.Jnl.Ref; DE 3803426; DE 4208714; JP 4146848; WO 9009298;

WO 9011207; DE 3809074; DE 4023109

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 4212421 A1 15 B60R-021/32

WO 9321043 A1 G 28 B60R-021/32

Designated States (National): JP US

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LU MC NL  
PT SE

EP 636074 A1 G 15 B60R-021/32 Based on patent WO 9321043

Designated States (Regional): DE FR GB

JP 7508945 W 10 B60R-021/32 Based on patent WO 9321043

US 5540461 A 15 B60R-021/16 Based on patent WO 9321043

EP 636074 B1 G 19 B60R-021/32 Based on patent WO 9321043

Designated States (Regional): DE FR GB

DE 59303586 G B60R-021/32 Based on patent EP 636074

Based on patent WO 9321043

US 5673932 A 15 B60R-021/32 Cont of application WO 93DE313

Cont of application US 94318763

Cont of patent US 5540461

Abstract (Basic): DE 4212421 A

A protection device, e.g. air-bag or safety belt, is activated  
depending on the vehicle's acceleration (a(t)) and taking account of

the seating position of the occupant.

After the start of an accident, the displacement of the occupant and/or his speed relative to the vehicle body caused by the acceleration are estimated. The protection device is activated if the estimated values would exceed defined thresholds within a defined time interval.

ADVANTAGE - Ensure timely activation of protection devices, using actual position of passenger

Dwg.1/12

Abstract (Equivalent): EP 636074 B

Procedure for protecting vehicle occupants in which procedure a protection means (30) provided for the vehicle occupants, such as, for example, airbag and/or seat belt pretensioning means, is activated as a function of the output signal of at least one acceleration sensor (10) which detects the vehicle acceleration (a), in which procedure the future displacement (s), brought about by the effect of acceleration after the start of an accident sequence, of the vehicle occupant and/or his future relative speed (v) in relation to the passenger compartment are estimated and the protection means (30) is activated if the result of the estimation is that the estimated values exceed limit values (sg, vg) which can be prescribed within a prescribable future time interval, the output signal (a(t)) of the sensor (10) being subjected to a Kalman filtering operation in order to acquire an estimated value (a'(t)).

Dwg.1/12

Abstract (Equivalent): US 5673932 A

A method for activating at least one protective device of a vehicle to protect at least one occupant of the vehicle, comprising the steps of:

- filtering an output signal of at least one sensor of the vehicle with at least one Kalman filter; and

- activating the at least one protective device when the filtered sensor output signal indicates that a collision has occurred.

Dwg.1/12

US 5540461 A

A method for protecting at least one occupant of a vehicle which includes protective means for the at least one occupant, comprising the steps of:

- providing at least one acceleration sensor coupled to the protective means for monitoring an acceleration of the vehicle, the at least one acceleration sensor having an output signal corresponding to the acceleration;

- filtering the output signal with at least one Kalman filter to obtain at least one of a first estimated value of future forward displacement of the at least one occupant as a function of the acceleration of the vehicle and a second estimated value of future relative speed of the at least one occupant with respect to a passenger compartment of the vehicle; and

- activating the protective means as a function of at least one of the first estimated value and the second estimated value when at least one of the first estimated value exceeds first predetermined limit values within a predetermined future time interval and the second estimated value exceeds second predetermined limit values within the predetermined future time interval.

Dwg.1/12

Title Terms: VEHICLE; OCCUPY; PROTECT; AIRBAG; ACTUATE; ESTIMATE; OCCUPY; DISPLACEMENT; AND-OR; RELATIVE; SPEED; ACCELERATE; AFTER; START; ACCIDENT

; ACTUATE; PROTECT; VALUE; TIME

Derwent Class: Q17; S02; X22

International Patent Class (Main): B60R-021/16; B60R-021/32

International Patent Class (Additional): B60R-022/46; G01P-015/00

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-G03; S02-J02F; X22-J07; X22-X06B

?

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 42 12 421 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
B 60 R 21/32  
B 60 R 21/16  
B 60 R 22/46  
G 01 P 15/00

21 Aktenzeichen: P 42 12 421.2  
22 Anmeldetag: 14. 4. 92  
43 Offenlegungstag: 28. 10. 93

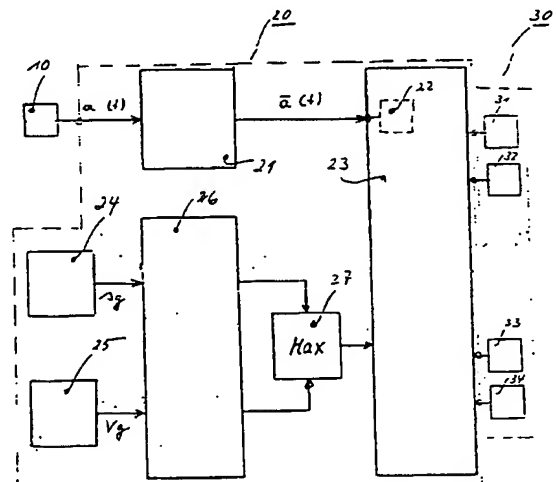
DE 42 12 421 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Nitschke, Werner, Dipl.-Phys., 7257 Ditzingen, DE;  
Wettstein, Horst, Prof. Dr., 7500 Karlsruhe, DE

54 Verfahren und Einrichtung zum Schutz von Fahrzeuginsassen

57 Eine Einrichtung zum Schutz von Fahrzeuginsassen umfaßt mindestens einen Beschleunigungssensor (10), eine elektronische Einrichtung (20) für die Auswertung des Ausgangssignals des Sensors (10) und Schutzmittel (30) für die Fahrzeuginsassen. Die Einrichtung ermöglicht die Durchführung eines Verfahrens zur rechtzeitigen Aktivierung der Schutzmittel (30) durch die elektronische Einrichtung (20), indem Schätzwerte für die zukünftige Verlagerung des Fahrzeuginsassen und/oder seine Relativgeschwindigkeit in bezug auf die Fahrgastzelle vorausgeschätzt und mit vorgebaren Grenzwerten verglichen werden.



DE 42 12 421 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Ein die Fahrzeuginsassen gefährdender Verkehrsunfall, wie zum Beispiel ein Aufprall des Fahrzeugs auf ein festes Hindernis oder ein Zusammenstoß mit einem anderen Fahrzeug, ist ein außerordentlich schnell ablaufender Vorgang, der von dem ersten Kontakt mit dem Hindernis bis zur Beendigung nur etwa 100 Millisekunden dauert. Schutzmittel zum Schutz der Fahrzeuginsassen gegen Unfallschäden, wie beispielsweise Gurtstraffer und/oder Airbag benötigen andererseits eine gewisse Minimalzeit für ihre Aktivierung. Unter Aktivierung soll beispielsweise im Zusammenhang mit einem Airbag der Vorgang verstanden werden, der von der Zündung der Gastreibladung bis zum Aufblasen des Airbags in seine Schutzlage verstreicht. Hierfür werden einige 10 Millisekunden benötigt. Bei den vorstehend beschriebenen Schutzsystemen besteht daher insbesondere das Problem, das Gefährdungspotential eines Unfallvorgangs möglichst frühzeitig zu erfassen, um das in dem Fahrzeug vorgesehene Schutzsystem so rechtzeitig aktivieren zu können, daß es unter Berücksichtigung seiner Aktivierungszeit noch zum Schutz des Fahrzeuginsassen beitragen kann. Beispielsweise muß ein Airbag so rechtzeitig aufgeblasen werden, daß der durch die bei dem Unfall auftretenden Kraftwirkungen stark beschleunigte Fahrzeuginsasse nicht mit dem Kopf auf Fahrzeugteile, zum Beispiels das Lenkrad, aufschlägt und sich dabei ernsthaft verletzt. Andererseits darf der Auslösemechanismus für das Schutzsystem nicht so empfindlich sein, daß er bereits bei für Fahrzeuginsassen unschädlichen Beschleunigungswerten anspricht und das Schutzsystem aktiviert. Dies hätte nämlich hohe Kosten für die Reparatur des unnötigerweise aktivierten Schutzsystems zur Folge.

Es hat schon zahlreiche Versuche zur Lösung dieses schwierigen Problems gegeben. So ist aus US 40 20 453 eine Sicherheitsvorrichtung mit einem die Beschleunigung des Fahrzeugs erfassenden Beschleunigungssensor bekannt, bei der das Beschleunigungssignal aufintegriert und Schutzsystem dann ausgelöst wird, wenn der aufintegrierte Beschleunigungswert einen vorgebbaren Schwellwert überschreitet. Bei dieser bekannten Sicherheitseinrichtung wird also ein durch einen Schwellwert vorgebbarer integrierter Beschleunigungswert als so gefährlich angesehen, daß daraufhin die Aktivierung des Schutzsystem notwendig ist. Unberücksichtigt bleibt bei dieser bekannten Sicherheitseinrichtung die tatsächliche Sitzposition des zu schützenden Fahrzeuginsassen, die ja von Fall zu Fall sehr unterschiedlich sein kann. Beispielsweise kann ja der Fahrzeuginsasse seinen Rücken fest an die Rücklehne des Fahrzeugsitzes gepreßt haben oder aber sein Kopf befindet sich in der Nähe des Armaturenbretts, um beispielsweise in der Dämmerung eine Anzeige besser ablesen zu können. Von der tatsächlichen Sitzposition des Fahrzeuginsassen ist aber die optimale Schutzwirkung des Schutzsystems abhängig.

Es sind daher auch schon Versuche gemacht worden, die tatsächliche Position des Fahrzeuginsassen zu erfassen und bei der Aktivierung des Schutzsystems zu berücksichtigen. Derartige Schutzsysteme sind beispielsweise aus DE 40 05 598 A1, DE 38 09 074 A1 oder aus DE 40 23 109 A1 bekannt. Die letztgenannten Lösungen sind aber vergleichsweise aufwendig, da sie zusätzliche

Sensoren, wie beispielsweise Sitzkontakte, Ultraschallschranken, Lichtschranken oder dergleichen notwendig machen, um die tatsächliche Position des Fahrzeuginsassen zu erfassen. Die Anpassung derartiger zusätzlicher Sensoren und Auswertemittel dafür an unterschiedliche Fahrzeuge und ggf. auch an die unterschiedliche Gestalt von Fahrzeuginsassen ist mit einem großen Konstruktions- und Wartungsaufwand verbunden. Schließlich können diese zusätzlichen Komponenten auch die Sicherheit des Schutzsystems insgesamt beeinträchtigen, da in den für die Verbindung der Sensoren und Auswerteeinheiten notwendigen Leitungen und Kontaktmitteln Fehler auftreten können.

Gemäß einem weiteren Lösungsansatz für die oben beschriebene Problemstellung wurde gemäß DE 38 03 426 A1 zwar weiterhin versucht, die tatsächliche Sitzposition eines Fahrzeuginsassen bei der Aktivierung des Schutzsystems zu berücksichtigen. Gemäß dieser bekannten Lösung wird jedoch die tatsächliche Sitzposition des Fahrzeuginsassen nicht mehr über Sensoren ermittelt, sondern es wird versucht, die aufgrund einer Beschleunigung auftretende Vorverlagerung des Fahrzeuginsassen mittels der von einem Beschleunigungssensor erfaßten Fahrzeugbeschleunigung nach einer mathematischen Formel zu errechnen. Bei Anwendung dieser Formel wird der Insasse als frei bewegliche Masse gegenüber dem Fahrzeug dargestellt. Weitere Einflüsse, wie zum Beispiel das Abstützen des Fahrers am Lenkrad, die Federwirkung der Fahrzeugsitze und ähnliches können dadurch berücksichtigt werden, daß entsprechende Korrekturfaktoren die Vorverlegung des Insassen als ein Masse-Feder-System beschreiben.

Ausgehend von diesem bekannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Auslösung eines Schutzsystems für Fahrzeuginsassen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Sitzposition des Fahrzeuginsassen weiter zu verbessern.

## Vorteile der Erfindung

Die Erfindung bietet insbesondere den Vorteil, daß eine rechtzeitige Aktivierung des für den Fahrzeuginsassen vorgesehenen Schutzmittels unter Berücksichtigung einer beschleunigungsbedingten Verlagerung des Fahrzeuginsassen oder der beschleunigungsbedingten Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuginsassen in bezug auf die Fahrgastzelle auch ohne zusätzliche, die Position des Fahrzeuginsassen erfassende Sensoren ermöglicht wird. Eine rechtzeitige Aktivierung des Schutzmittels wird insbesondere durch eine Abschätzung der innerhalb der Aktivierungszeit zu erwartenden Verlagerung des Fahrzeuginsassen erzielt. Diese Abschätzung ermöglicht eine besonders schnelle Reaktion des Schutzmittels und stellt sicher, daß dieses im Gefahrenfall rechtzeitig aktiviert ist, um seine Schutzfunktion zu erfüllen. Besonders zweckmäßig wird diese Abschätzung vermittelt einer geglätteten Beschleunigungskurve vorgenommen, die mittels einer Filteroperation aus dem aktuellen Beschleunigungsmeßsignal gewonnen wird. Besonders vorteilhaft wird hierbei eine Kalman-Filterung angewandt. Der Verlauf der geglätteten Beschleunigungskurve läßt sich durch einen bekannten Funktionsverlauf, der gut beherrschbar ist, annähern, so daß mit vergleichsweise geringem Aufwand auch auf zeitlich in der Zukunft liegende Beschleunigungswerte geschlossen werden kann.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 die Darstellung eines Schutzsystems für Fahrzeuginsassen in Gestalt eines Blockschaltbildes, Fig. 2 Signalformen als Funktion der Zeit bei einem nicht einer Beschleunigung ausgesetzten Fahrzeug, Fig. 3 Signalformen als Funktion der Zeit bei einem einer Beschleunigung ausgesetzten Fahrzeug, Fig. 4 den Verlauf des Beschleunigungssignals als Funktion der Zeit für unterschiedliche Karosserietypen und bei unterschiedlichen Fahrzeuggeschwindigkeiten, Fig. 5 ein Diagramm zur Erläuterung des Karosserietyps, Fig. 6 eine Darstellung der von dem jeweiligen Karosserietyp abhängigen Crashdauer, Fig. 7 ein die Beschleunigung als Funktion der Zeit bei einer bestimmten Geschwindigkeit darstellende Kurven, Fig. 8 ein die beschleunigungsabhängige Verlagerung des Fahrzeuginsassen erläuterndes Schaubild, Fig. 9 eine Darstellung des Geschwindigkeitsgrenzwertes in Abhängigkeit von der Beschleunigung, Fig. 10 den Verlauf einer von zeitabhängigen Grenzwerten gebildeten Kurve, Fig. 11 das Ausgangssignal eines einen Unfall registrierenden Beschleunigungssensors und eine durch Filterung geglättete Beschleunigungskurve und Fig. 12 das Ausgangssignal eines einen Unfall registrierenden Beschleunigungssensors mit einer durch Filterung geglätteten Beschleunigungskurve und einer von zeitabhängigen Grenzwerten gebildeten Kurve.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt in Gestalt eines Blockschaltbildes ein Schutzsystem für Fahrzeuginsassen. Dieses Schutzsystem umfaßt mindestens einen, Fahrzeugbeschleunigungen erfassenden Sensor 10, der an sich bekannt ist und der beispielsweise aus einer piezoelektrischen Keramik oder aus Dehnungsmeßstreifen bestehen kann, die jeweils von einer seismischen Masse beaufschlagt werden. Bei einer Krafteinwirkung auf die seismische Masse infolge einer Beschleunigung gibt der Sensor 10 beispielsweise eine der Beschleunigung proportionale Ausgangsspannung ab, die in dem Blockschaltbild mit  $a(t)$  bezeichnet ist. Der Sensor 10 ist mit einer elektronischen Einrichtung 20 verbunden, die das ihr eingangsseitig zugeführte Ausgangssignal  $a(t)$  des Sensors 10 verarbeitet und die ausgangssseitig die für die Fahrzeuginsassen vorgesehenen Sicherungsmittel 30 ansteuert. Die elektronische Einrichtung 20 umfaßt Filtermittel 21 für die Filterung des Ausgangssignals des Sensors 10. Durch die Filterung wird das Ausgangssignal  $a(t)$  des Sensors 10 in das Signal  $a'(t)$  umgewandelt. Dieses Signal  $a'(t)$  wird einer in der elektronischen Einrichtung 20 vorgesehenen Vergleichseinrichtung 22 zugeleitet, die vorzugsweise Bestandteil eines Mikrorechners 23 ist. Die elektronische Einrichtung 20 umfaßt weiter eine Einrichtung 24 zur Vorgabe eines Grenzwertes  $s_g$  für die Verlagerung, insbesondere Vorverlagerung des Fahrzeuginsassen sowie eine weitere Einrichtung 25 für die Vorgabe eines Geschwindigkeitsgrenzwertes  $v_g$  bezüglich der Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuginsassen in bezug auf die Fahrgastzelle. Die beiden Einrichtungen 24 und 25 sind mit einer weiteren Einrichtung 26 verbunden, die die Verlagerung und die Geschwindigkeit des Fahrzeuginsassen für einen zeitlich später liegenden Zeitpunkt berechnen kann. Die Einrichtung 26 ist mit einer

weiteren Einrichtung 27 verbunden, deren Ausgangsanschluß wiederum mit dem Mikrorechner 23 verbunden ist. Die Einrichtung 27 stellt fest, ob und ggf. welche der beiden Größen Vorverlagerung  $s$  und Geschwindigkeit  $v$  die vorgebbaren Grenzwerte  $s_g$  und  $v_g$  überschritten hat. Der jeweils zutreffende Wert wird dem Mikrorechner 23 zugeleitet. Der Mikrorechner 23 ist ausgangssseitig mit Schutzmitteln 30 für Fahrzeuginsassen verbunden. Diese Schutzmittel umfassen vorzugsweise einen ersten Airbag 31 für den Fahrer des Fahrzeugs, einen zweiten Airbag 32 für den Beifahrer des Fahrzeugs, sowie ggf. Gurtstraffer 33 und 34 für mindestens den Fahrer und Beifahrer.

Um das Verständnis der Erfindung zu erleichtern, werden im folgenden unter Bezug auf Fig. 2 und Fig. 3 zunächst diverse Signalformen als Funktion der Zeit erläutert. So zeigt Fig. 2a das auch als Beschleunigungssignal bezeichnete Ausgangssignal  $a(t)$  des Sensors 10. In der Praxis zeigt sich, daß auch bei einem sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortbewegenden Fahrzeug, das also im wesentlichen keiner Beschleunigungseinwirkung in Fortbewegungsrichtung oder in dazu entgegengesetzter Richtung unterworfen ist, ein Ausgangssignal  $a(t)$  des Sensors 10 meßbar ist, das bipolare Komponenten aufweist, die im wesentlichen symmetrisch zu der Nulllinie, also der t-Achse liegen. Man kann hier auch von einer Modulation des Beschleunigungssignals sprechen. Diese Modulation wird durch infolge der Fahrzeugbewegungen des Fahrzeugs hervorgerufene Beschleunigungen des Fahrzeugaufbaus erzeugt, die von dem Sensor 10 als Beschleunigung gemessen werden. In Fig. 2b ist die Relativgeschwindigkeit  $v(t)$  des Fahrzeuginsassen in bezug auf die Fahrgastzelle als Funktion der Zeit  $t$  dargestellt. Dieses Signal läßt sich durch eine Integration aus dem Ausgangssignal  $a(t)$  des Sensors 10 gewinnen. Auch Fig. 2b zeigt einen Signalverlauf, der im wesentlichen bipolare Komponenten von vergleichsweise kleiner Amplitude aufweist, die im wesentlichen nicht zu einer Vorverlagerung des Fahrzeuginsassen führen. Diese Vorverlagerung ist in dem Diagramm nach Fig. 2c als Kurve  $s(t)$  dargestellt, die sich durch Integration aus der Relativgeschwindigkeit ermitteln läßt.

Fig. 3 zeigt die entsprechenden Signalverläufe, wenn das Fahrzeug einer Beschleunigung in Längsachsenrichtung unterworfen ist, die beispielsweise bei einem Unfall auftritt. So zeigt Fig. 3a wiederum eine Darstellung des Ausgangssignals  $a(t)$  des Sensors 10 als Funktion der Zeit  $t$ . Zu erkennen ist eine modulierte Signalform, die jetzt jedoch in wesentlichen Teilbereichen nur noch unipolar ist, also keine über die Nulllinie hinausreichenden Komponenten mehr aufweist. Fig. 3b zeigt das Geschwindigkeitssignal  $v(t)$ , das bis auf eine Modulation infolge geringfügiger Amplitudenschwankungen im wesentlichen linear ansteigend verläuft. Und schließlich zeigt Fig. 3c den die Vorverlagerung des Fahrzeuginsassen repräsentierenden Kurvenverlauf  $s(t)$ , der eine quadratische Funktion der Zeit  $t$  darstellt. Nach Glättung bzw. Filterung läßt sich aus dem in Fig. 3a dargestellten modulierten Ausgangssignal  $a(t)$  des Sensors 10a eine Kurve gewinnen, die in der gemäß Fig. 3a gewählten Darstellungsform im wesentlichen oberhalb der Nulllinie verläuft und die als "Kernsignal" bezeichnet werden kann.

Für das Verständnis der Erfindung ist weiterhin wichtig der Verlauf dieses sogenannten Kernsignals bei unterschiedlichen Karosserietypen. Diese Karosserietypen werden im folgenden kurz anhand von Fig. 4 erläutert. Fig. 4a zeigt den Verlauf des Ausgangssignals  $a(t)$

des Sensors 10 als Funktion der Zeit  $t$  bei einer idealisierten Standardkarosserie mit unterschiedlichen Geschwindigkeitswerten, von 20 km/h, 40 km/h und 60 km/h als Parameter. Fig. 4a zeigt, daß sich mit steigender Geschwindigkeit auch die Amplitude des Maximums des Signals  $a(t)$  vergrößert, daß jedoch die Zeitdauer der im Koordinatenursprung beginnenden Beschleunigungseinwirkung unabhängig von der Höhe der Geschwindigkeit im wesentlichen gleich ist. Davon abweichend zeigen die jeweils eine sogenannte weiche Karosserie bzw. eine sogenannte harte Karosserie repräsentierenden Signalförmigkeiten in Fig. 4b und Fig. 4c völlig andere Signalverläufe. So zeigt Fig. 4b zwar auch mit wachsender Geschwindigkeit zunehmende Amplitudenwerte für die Maxima des Kurvenverlaufs  $a(t)$ , also des Beschleunigungssignals. Diese Maxima treten jedoch nicht mehr zum gleichen Zeitpunkt auf und die Zeitdauer der Beschleunigungseinwirkung ist unterschiedlich lang. Die größte Amplitude mit der kürzesten Zeitdauer des Beschleunigungsvorgangs tritt bei der höchsten Geschwindigkeit von 60 km/h auf.

Bei der durch die Signalverläufe von Fig. 4c repräsentierten sogenannten harten Karosserie sind auch proportional zur Geschwindigkeit größere Amplituden des Beschleunigungssignals  $a(t)$  feststellbar, die, ebenfalls wie bei der weichen Karosserie gemäß 4b, zu unterschiedlichen Zeiten auftreten. Im Gegensatz zu der in Fig. 4b erkennbaren Darstellung nimmt jedoch die Zeitdauer mit wachsender Geschwindigkeit zu.

Die Art des jeweiligen Karosserietyps ließe sich bei Kenntnis des konstruktiven Aufbaus näherungsweise mittels komplexer Rechenprogramme ermitteln; in der Praxis wird jedoch der Karosserietyp üblicherweise empirisch ermittelt, indem mit einem Versuchsmuster des Fahrzeugs Crashversuche bei niedrigen Geschwindigkeiten wie zum Beispiel bei 20 km/h durchgeführt werden. Als Ergebnis derartiger empirischer Crashversuche mit jeweils einem harten, weichen bzw. Standard-Karosserietyp erhält man die in Fig. 5 dargestellten Beschleunigungskurven  $a(t)$ . Diese zeigen wiederum, daß bei unterschiedlichen Karosserietypen unterschiedlich hohe Amplitudenwerte bei einer Beschleunigungseinwirkung auftreten und daß überdies die Crashedauer unterschiedlich lang ist. So ist beispielsweise bei dem harten Karosserietyp, bei dem die größte Beschleunigungsamplitude auftritt, die Crashedauer schon nach der Zeit  $t_{cr1}$  beendet, während bei dem weichen Karosserietyp, der sich durch eine vergleichsweise niedrige Maximalamplitude im Verlauf der Beschleunigungskurve  $a(t)$  auszeichnet, die Crashedauer erst nach der vergleichsweise langen Zeit  $t_{cr3}$  beendet ist.

Aus diesen Ergebnissen läßt sich der überraschende Zusammenhang ableiten, daß, wie in Fig. 6 und Fig. 7 dargestellt ist, unabhängig von der Art des Karosserietyps es eine bestimmte Geschwindigkeit  $v_0$  gibt, bei der die Crashedauer  $t_{cr}$  unabhängig von dem Karosserietyp ist. Die Crashedauer ist nur von der Länge der Knautschzone  $s_{k0}$  des Fahrzeugs abhängig.

Das Schaubild in Fig. 8 erläutert die beschleunigungsabhängige Verlagerung des Fahrzeuginsassen, insbesondere seine Vorverlagerung bei einer negativ gerichteten Beschleunigungseinwirkung, die vorzugsweise bei einem Unfall zu beobachten ist. Mit  $S_{abst}$  ist die maximale Wegstrecke bezeichnet, die beispielsweise der Kopf des in Normalposition sitzenden Fahrzeuginsassen bis zum Aufprall auf das Lenkrad, bzw. das aktivierte Sicherungsmittel, zurücklegen kann.

Hieraus ergibt sich, daß bei einer vergleichsweise ge-

ringen Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuginsassen in bezug auf die Fahrgastzelle ein größerer Zeitraum zum Durchmessen der Strecke  $S_{abst}$  zur Verfügung steht als bei einer vergleichsweise höheren Relativgeschwindigkeit. Diese Zusammenhänge sind im Hinblick auf die endliche, in der Regel von der Unfallart und von dem Karosserietyp unabhängige Aktivierungszeit des Sicherungsmittels von Bedeutung. Das Sicherungsmittel ist nämlich so frühzeitig zu aktivieren, daß es seine Schutzwirkung entfalten kann, bevor der Fahrzeuginsasse die maximal zur Verfügung stehende unkritische Vorverlagerungsstrecke  $S_{abst}$  zurückgelegt hat. Weiterhin zeigt Fig. 9 noch eine Darstellung des Geschwindigkeitsgrenzwertes  $v_g$  in Abhängigkeit von der mittleren Beschleunigung  $a'$ . Aus dieser Darstellung ergibt sich, daß der Geschwindigkeitsgrenzwert  $v_g$ , der eine Funktion des in Fig. 8 angegebenen maximalen Vorverlagerungsweges  $S_{abst}$  und der Aktivierungszeit des Schutzmittels ist, mit wachsender Beschleunigung  $a'$  verringert werden muß, um noch eine sichere Aktivierung des Schutzmittels zu ermöglichen.

Die vorstehend dargelegten Erkenntnisse haben zu dem Ergebnis geführt, daß bei jedem beliebigen Karosserietyp ein optimaler Schutz der Fahrzeuginsassen durch rechtzeitige Aktivierung der vorhandenen Schutzmittel dann gewährleistet werden kann, wenn die von der Beschleunigungseinwirkung hervorgerufene zukünftige Vorverlagerung des Fahrzeuginsassen und/oder seine zukünftige Relativgeschwindigkeit in bezug auf die Fahrgastzelle abgeschätzt werden und wenn eine Aktivierung des Schutzmittels dann erfolgt, wenn die Abschätzung ergibt, daß die Schätzwerte innerhalb eines vorgebbaren zukünftigen Zeitintervalls vorgebbare Grenzwerte überschreiten. Als vorgegbares zukünftiges Zeitintervall wird dabei die jeweils bekannte Aktivierungszeit des jeweiligen Schutzmittels angegeben. Im Falle eines als Schutzmittel vorgesehenen Airbags beträgt dieses vorgebbare Zeitintervall daher zwischen 10 und 50 Millisekunden, vorzugsweise zwischen 20 und 40 Millisekunden. Wenn die in diesem Zeitintervall zu erwartende Vorverlagerung des Insassen bzw. seine Relativgeschwindigkeit in bezug auf die Fahrgastzelle vorausgeschätzt werden, kann beurteilt werden, ob eine Aktivierung der Schutzmittel überhaupt notwendig ist und ob die zur Verfügung stehende Zeitdauer für die Entfaltung der Schutzmittel überhaupt ausreicht.

Zweckmäßig werden bei der Vorgabe der Grenzwerte für die Verlagerung des Fahrzeuginsassen und/oder seine Relativgeschwindigkeit in bezug auf die Fahrgastzelle auch die Geometrie und/oder die Struktur der Fahrgastzelle und/oder des Schutzmittels berücksichtigt, da diese von der jeweiligen konstruktiven Ausgestaltung abhängig sein können. Zweckmäßig wird die zulässige Vorverlagerungsstrecke  $S_{abst}$  zwischen etwa 5 und 30 cm, vorzugsweise zwischen 10 und 20 cm festgelegt, während die Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuginsassen zwischen 5 bis 30 km/h, vorzugsweise zwischen 10 und 20 km/h festgelegt wird.

In einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung werden, wie zuvor erläutert, als vorgebbare Grenzwerte feste Werte eingesetzt, die beispielsweise konstruktionsabhängig sein können.

In einem besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung werden jedoch als vorgebbare Grenzwerte veränderliche Werte gewählt, die zweckmäßig von mindestens einem Betriebsparameter des Fahrzeugs abhängig sind. Eine besonders günstige und frühzeitige Aktivierungsmöglichkeit für die Schutzmit-

tel ergibt sich, wenn die vorgebbaren Grenzwerte zeitlich veränderbar sind und von der Crashdauer abhängig gewählt werden. Dabei werden zu Beginn eines Crashvorgangs noch relativ große Grenzwerte vorgesehen, die jedoch dann, mit zunehmender Dauer des Crashes verringert, das heißt also, verschärft werden. Die Verringerung erfolgt dabei zweckmäßig in zeitlicher Abhängigkeit von einem als ganz besonders günstig erkannten Funktionsverlauf.

Für die Abschätzung der innerhalb des zu berücksichtigten Zeitraums zu erwartenden Verlagerung des Fahrzeuginsassen oder seiner zu erwartenden Relativgeschwindigkeit in bezug auf die Fahrgastzelle des Fahrzeugs wird zweckmäßig das Beschleunigungssignal des mindestens einen Beschleunigungssensors 10 ausgewertet, wobei allerdings auf eine von den höher frequenten Modulationsspitzen befreite, das heißt, gefilterte Beschleunigungskurve zurückgegriffen wird, die zweckmäßig mittels einer Filtervorrichtung aus dem Ausgangssignal  $a(t)$  des Sensors 10 abgeleitet wird. Dazu wird, wie schon unter Bezug auf Fig. 1 beschrieben, das letztgenannte Ausgangssignal einer Filtereinrichtung 21 zugeleitet, die das Ausgangssignal  $\tilde{a}(t)$  erzeugt. Als besonders günstig hat sich hierbei eine Kalman-Filterung des Ausgangssignals  $a(t)$  des Sensors 19 erwiesen, da mittels dieser Filterung besonders zuverlässige Vorausschätzungen ermöglicht werden konnten. In einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem nur ein vergleichsweise geringer Rechenaufwand im Zusammenhang mit der Verarbeitung des Ausgangssignals des Sensors 10 erforderlich ist, wird entweder nur eine Vorausschätzung hinsichtlich der Vorverlagerung des Fahrzeuginsassen oder, als Alternative, hinsichtlich der zu erwartenden Relativgeschwindigkeit vorgenommen. Falls erforderlich, können zur Verbesserung der Genauigkeit, die Rechenvorgänge mehrfach wiederholt werden.

In einem weiteren, aufwendigeren Ausführungsbeispiel der Erfindung werden in voneinander unabhängigen Auswertezyklen Schätzwerte für die zu erwartende Vorverlagerung des Insassen und für seine zu erwartende Relativgeschwindigkeit gleichzeitig ermittelt.

Gemäß einer vorteilhaften weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird das Ausgangssignal  $a(t)$  des Sensor 10 wiederholt einer Filterung unterzogen, also mindestens zweimal gefiltert. Die vermittelte einfacher und wiederholter Filterung gewonnen Ausgangssignale  $\tilde{a}(t)$  und  $\tilde{a}_w(t)$  Signale werden dann miteinander verglichen und akkumuliert. Das Vergleichsergebnis wiederum kann mit einem vorgebbaren Schwellwert in Beziehung gesetzt werden. Liegt das Vergleichsergebnis oberhalb des vorgebbaren Schwellwerts, dann kann auf eine unfallbedingte Strukturveränderung des Kraftfahrzeugs geschlossen werden, die beispielsweise nachteilige Folgen für die Länge der zur Verfügung stehenden Knautschzone hat. Beispielsweise kann ein Karosseriebauteil im Bereich der Knautschzone infolge einer zu hohen Belastung brechen, so daß kein Energieabbau durch Verformungsarbeit mehr möglich ist. Falls ein derartiges Ereignis eintritt, kann aus dem Vergleich zwischen dem durch ersten Filterung gewonnenen Funktionswert mit dem durch mehrfache Filterung gewonnenen Funktionswert ein Vergleichskriterium für die Verschärfung des Vorverlagerungsgrenzwertes  $s_g$  bzw. des Relativgeschwindigkeitsgrenzwertes  $v_g$  gewonnen werden.

Die durch Filterung geglättete aus dem Ausgangssignal  $a(t)$  des Sensors 10 gewonnene Beschleunigungs-

zeitkurve  $\tilde{a}(t)$  ist eine im wesentlichen sinusähnliche Funktion, da sie wie die Sinuskurve im ersten Quadranten unipolar ist und stetig ansteigt. Um eine Vorausschätzung des künftigen Beschleunigungsverlaufs und, davon abgeleitet, der künftigen Vorverlagerung des Fahrzeuginsassen oder seiner künftigen Relativgeschwindigkeit in bezug auf die Fahrgastzelle vornehmen zu können, wird die Funktion  $\tilde{a}(t)$  zweckmäßig mit einer leicht berechenbaren Näherungsfunktion, beispielsweise einer Sinuskurve selbst oder aber einer Polynomdarstellung, zweckmäßig zweiten oder dritten Grades, angenähert. Die derart ermittelten Funktionswerte lassen sich in der Praxis vorteilhaft in einem Speicherelement des Mikrorechners 23 der elektronischen Einrichtung 20 abspeichern. Bei einem tatsächlichen Unfallgeschehen kann die elektronische Einrichtung 20 dann außerordentlich schnell auf die abgespeicherten Tabellenwerte zurückgreifen und bei der durchzuführenden Vorausschätzung feststellen, ob zeitlich in der Zukunft liegende Funktionswerte der Funktion  $\tilde{a}(t)$  oder die davon ableitbaren Größen Vorverlagerung des Fahrzeuginsassen und/oder seine Relativgeschwindigkeit die schon erwähnten, vorgebbaren Grenzwerte überschreiten oder nicht. Falls eine Überschreitung zu befürchten ist, kann eine Aktivierung des Sicherungsmittels rechtzeitig in Angriff genommen werden, so daß ein sicherer Schutz der Fahrzeuginsassen ermöglicht wird.

Die Erfindung wird im folgenden unter Bezug auf Fig. 10, 11 und Fig. 12 anhand eines tatsächlich abgelaufenen Crashvorgangs erläutert. Dabei zeigt das in Fig. 10 dargestellte Diagramm in seinem oberen Teil eine von vorgebbaren Grenzwerten gebildete Grenzkurve. Die Grenzwerte sind in diesem Fall zeitabhängig. Die Abszisse entspricht der Zeitachse, auf der die Zeit in Millisekunden eingetragen ist. Auf der Ordinate sind Inkremente des entsprechenden Grenzwertes aufgetragen. Aus der Grenzkurve geht hervor, daß in der Anfangsphase des Crashverlaufs, dessen Beginn zum Zeitpunkt  $t = 0$  angenommen wird, vergleichsweise große Werte des Grenzwertes vorgegeben sind. So liegt das Maximum der Grenzkurve KG in dem Zeitintervall zwischen 10 und etwa 15 Millisekunden nach Beginn des Crashvorgangs, um danach im wesentlichen stetig abzufallen. Das heißt, mit zunehmender Zeitdauer des Crashvorgangs wird die Grenzbedingung ständig verschärft, da die Grenzwerte kontinuierlich verringert werden. Falls die durch Vorausschätzung ermittelten Werte diese Grenzkurve überschreiten, wird das Schutzmittel aktiviert, wie im folgenden noch gezeigt wird.

Fig. 11 zeigt das Ausgangssignal  $a(t)$  des Sensors 10, das dieser bei einem Crashvorgang abgibt. Auf der Abszisse ist wiederum die Zeit  $t$  in Millisekunden aufgetragen, während die Ordinate positive und negative Beschleunigungswerte in Einheiten der Erdbeschleunigung  $g$  angibt. Schließlich zeigt Fig. 12, in einem Diagramm vereint, das von einem Crashvorgang herrührende Ausgangssignal  $a(t)$  des Sensors 10 zusammen mit der aus Grenzwerten bestehenden Grenzkurve KG und der durch Filterung und ggf. Approximation gewonnenen, ggf. vorausgeschätzten Funktion  $\tilde{a}(t)$ . Eine Vorausschätzung aufgrund der in der Anfangsphase des Crashvorgangs gemessenen Beschleunigungswerte und unter Zuhilfenahme der daraus durch Filterung gewonnenen geglätteten Beschleunigungskurve führt zu dem Ergebnis, daß die Kurve  $\tilde{a}(t)$  die Grenzkurve KG nach einer Zeit von etwa 35 Millisekunden nach Beginn des Crashvorgangs schneiden würde. Die Vorverlagerung



des Fahrzeuginsassen würde dabei etwa 15 cm betragen. Aus dieser Vorhersage wurde eine Aktivierung des Schuttmittels in dem Zeitintervall von 33,1 bis 36,0 Millisekunden nach Crashbeginn festgelegt.

# Patentansprüche

1. Verfahren zum Schutz von Fahrzeuginsassen, bei dem ein für die Fahrzeuginsassen vorgesehenes Schuttmittel, wie zum Beispiel Airbag und/oder Gurtstraffer, in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal mindestens eines die Fahrzeugbeschleunigung erfassenden Beschleunigungssensors und unter Berücksichtigung der Sitzposition des Fahrzeuginsassen aktiviert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach dem Beginn eines Unfallablaufs die von der Beschleunigungseinwirkung hervorgerufene zukünftige Verlagerung des Fahrzeuginsassen und/oder seine zukünftige Relativgeschwindigkeit in bezug auf die Fahrgastzelle abgeschätzt werden und daß eine Aktivierung des Schuttmittels dann erfolgt, wenn die Abschätzung ergibt, daß die Schätzwerte innerhalb eines vorgebbaren zukünftigen Zeitintervalls vorgebbare Grenzwerte (sg, vg) überschreiten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als vorgebbares zukünftiges Zeitintervall die jeweils bekannte Aktivierungszeit des jeweiligen Schuttmittels, wie beispielsweise Airbag und/oder Gurtstraffer verwendet werden.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als vorgebbares zukünftiges Zeitintervall ein Zeitintervall zwischen 5 und 50 Millisekunden, insbesondere zwischen 25 und 35 Millisekunden, nach Beginn des Crashvorgangs eingesetzt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Vorgabe der Grenzwerte für die Verlagerung des Fahrzeuginsassen ( $s_g$ ) und die Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuginsassen ( $v_g$ ) die Geometrie und/oder die Struktur der Fahrgastzelle und/oder des Schuttmittels berücksichtigt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Grenzwert ( $s_g$ ) für die Vorverlagerung des Fahrzeuginsassen ein Weg von 5 bis 30 cm, insbesondere 10 bis 20 cm, angenommen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Grenzwert ( $v_g$ ) für die Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuginsassen in bezug auf die Fahrgastzelle ein Wert von 5 bis 30 km/h, insbesondere 10 bis 25 km/h, angenommen wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß für die Abschätzung der zukünftigen Verlagerung des Fahrzeuginsassen und/oder die Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuginsassen in bezug auf die Fahrgastzelle das Beschleunigungssignal ( $a(t)$ ) des mindestens einen Beschleunigungssensors (10) ausgewertet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal ( $a(t)$ ) des Sensors (10) für die Auswertung mindestens einer Filterung bzw. Integration unterzogen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal ( $a(t)$ ) des Sensors (10) einer Kalman-Filterung un-

terzogen wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal ( $a(t)$ ) des Sensors (10) mindestens zwei Filterungen unterzogen wird, daß die gefilterten Signale verglichen werden, daß die Vergleichswerte akkumuliert werden und mit einem vorgebbaren Grenzwert in Beziehung gesetzt werden und daß aus diesem Vergleich ein auf unfallbedingte Strukturveränderungen des Fahrzeugs hinweisendes Korrekturkriterium für die Aktivierungsphase des Schuttmittels abgeleitet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgebbaren Grenzwerte Funktionen mindestens eines Betriebsparameters sind.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgebbaren Grenzwerte eine Funktion der Zeit, insbesondere der Crashedauer sind.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgebbaren Grenzwerte nach einer vorgebbaren Zeitdauer mit zunehmender Crashedauer verschärft werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die aus dem Ausgangssignal ( $a(t)$ ) des Sensors (10) durch Filterung abgeleitete Funktion ( $\tilde{a}(t)$ ) durch eine leicht berechenbare Funktion, vorzugsweise eine trigonometrische Funktion oder ein Polynom niedrigen Grades angenähert wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die näherungsweise berechneten Funktionswerte in einem Speicherelement abgespeichert werden, aus dem sie während eines Crashvorgangs auslesbar sind.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgebbaren Grenzwerte eine Grenzkurve (KG) bilden, die durch eine Faltung einer Gaußfunktion mit der durch mindestens eine Filterung aus dem Ausgangssignal  $a(t)$  des Beschleunigungssensor gewonnenen Funktion gebildet wird.
17. Einrichtung zum Schutz von Fahrzeuginsassen mit mindestens einem Beschleunigungssensor und mit mindestens einem Schuttmittel für Fahrzeuginsassen, wie zum Beispiel Airbag und/oder Gurtstraffer, mit einer elektronischen Einrichtung zur Auswertung des Ausgangssignals des Beschleunigungssensors und Ansteuerung der Schuttmittel nach Maßgabe des bewerteten Ausgangssignals, sowie mit Mitteln zur Bewertung der Insassenposition, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung Mittel zur Vorgabe von Grenzwerten bezüglich der Verlagerung des Fahrzeuginsassen und/oder seiner Relativgeschwindigkeit in bezug auf die Fahrgastzelle (24, 25, 26, 27) aufweist, daß die Einrichtung weiterhin Filtermittel (21) für das Ausgangssignal ( $a(t)$ ) des Sensors (10) aufweist und daß die Einrichtung weiterhin Schätzmittel umfaßt zur Vorausschätzung, ob innerhalb eines vorgebbaren Zeitintervalls zu erwartende Werte der Verlagerung und/oder der Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuginsassen die vorgebbaren Grenzwerte überschreiten.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

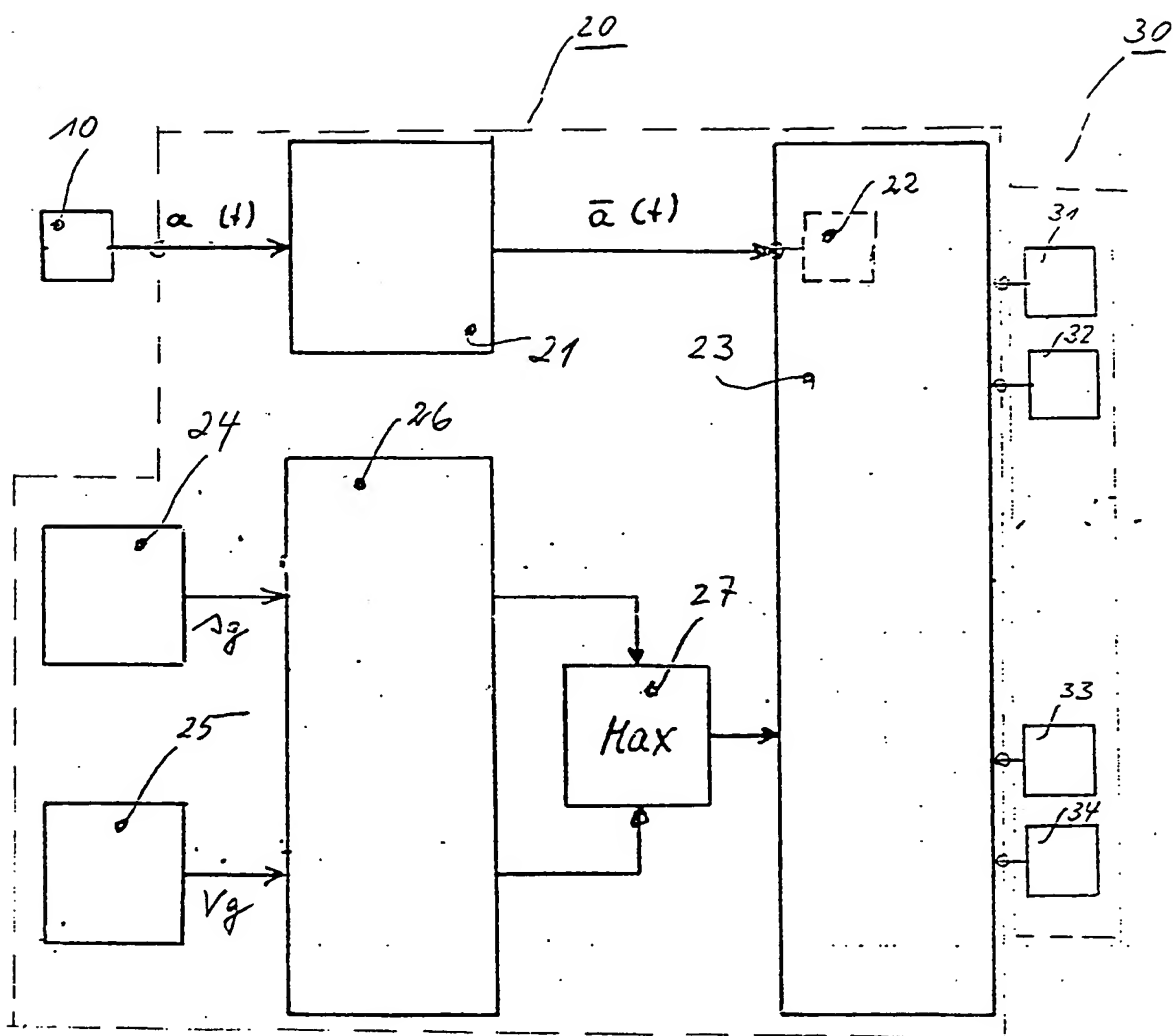


FIG. 1

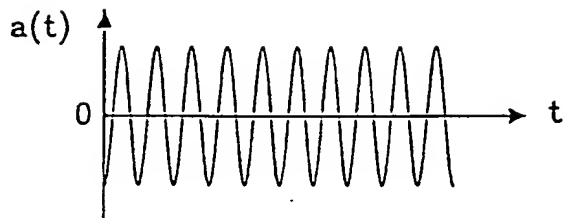


FIG. 2a

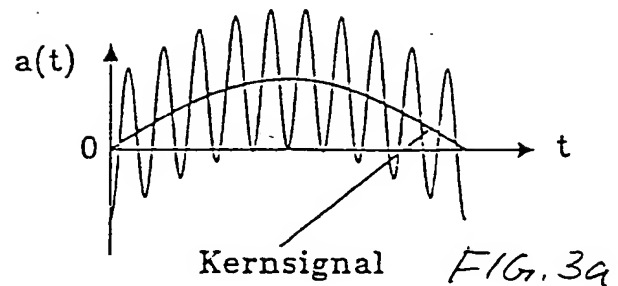


FIG. 3a

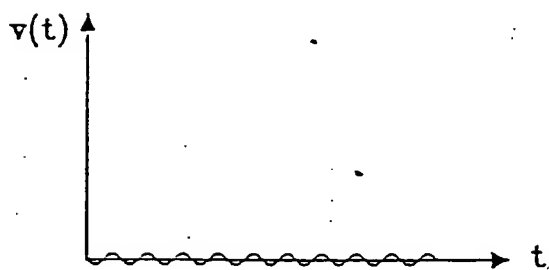


FIG. 2b

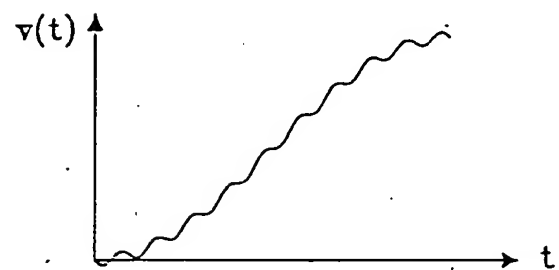


FIG. 3b

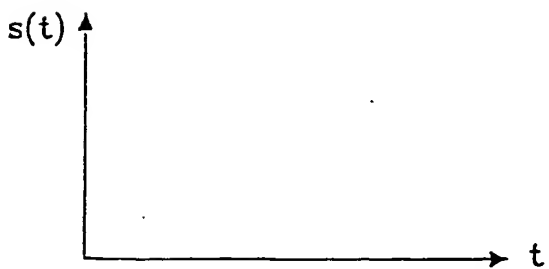


FIG. 2c

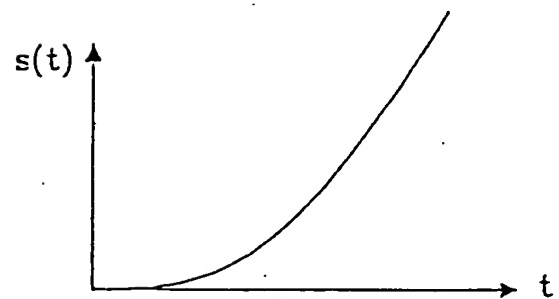


FIG. 3c

FIG. 2

FIG. 3

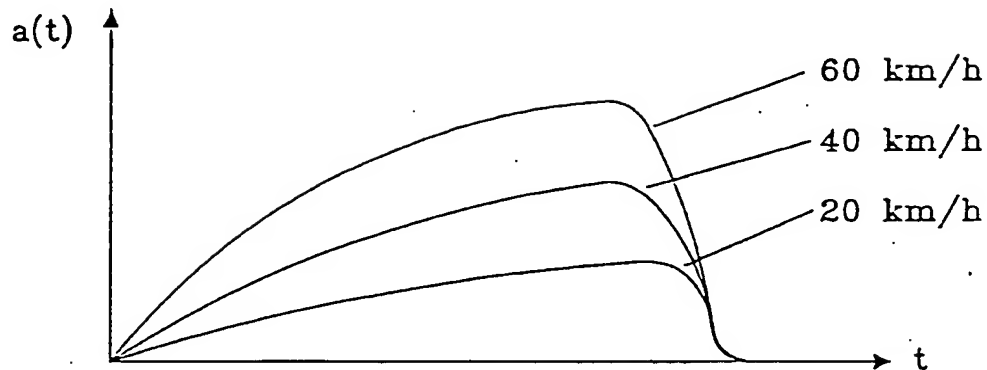


Fig. 4a

weiche Karosserie

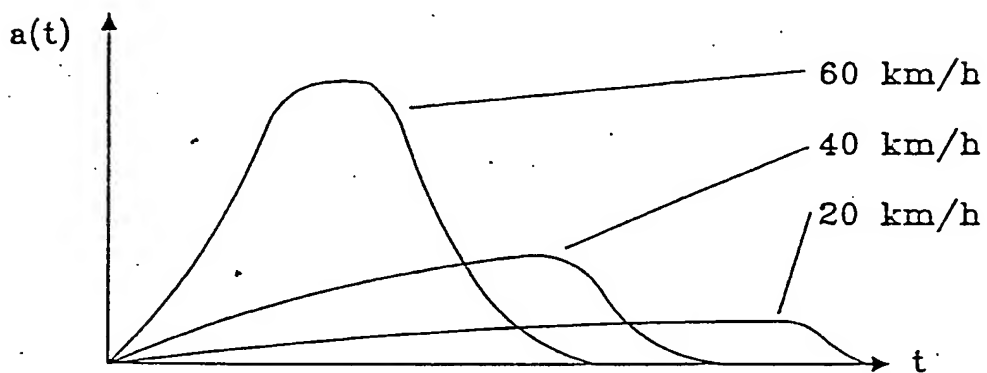


Fig. 4b

harte Karosserie

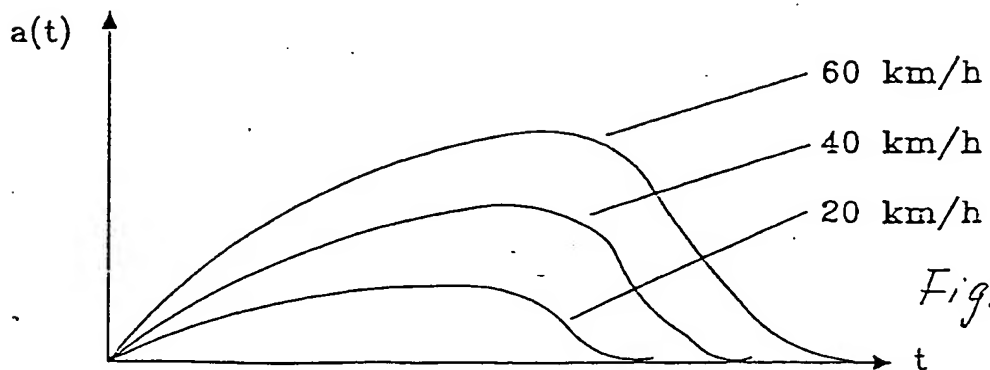


Fig. 4c

FIG. 4

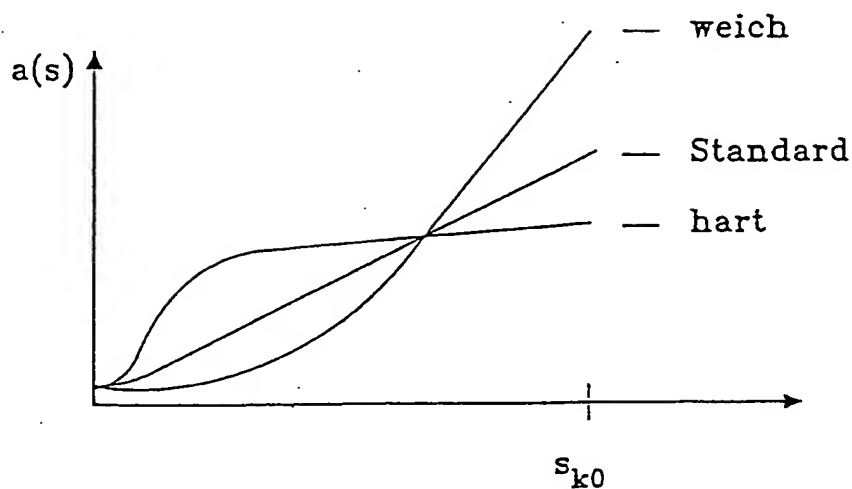


FIG. 6

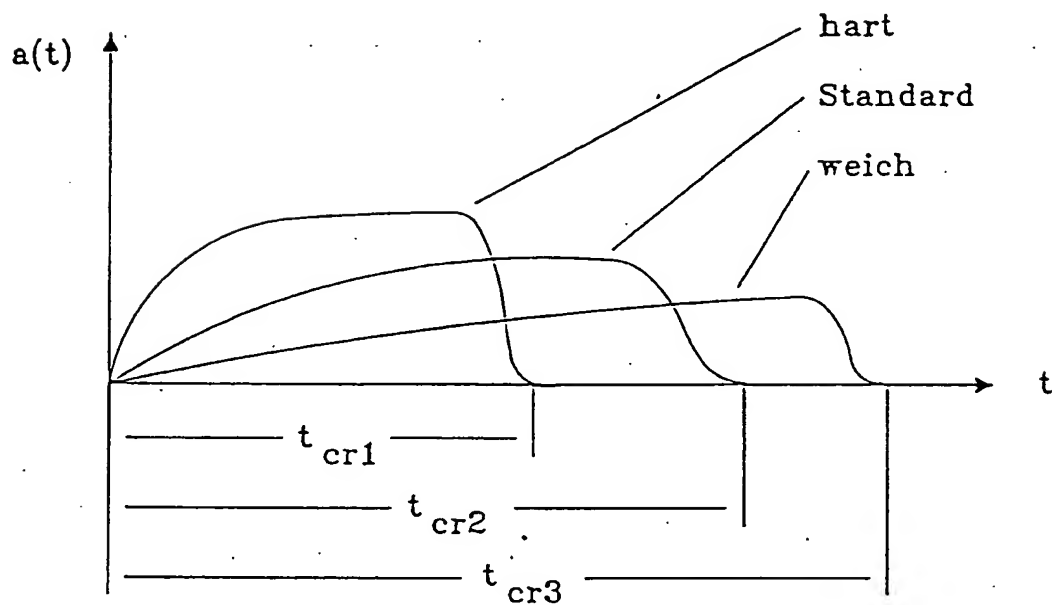


FIG. 5

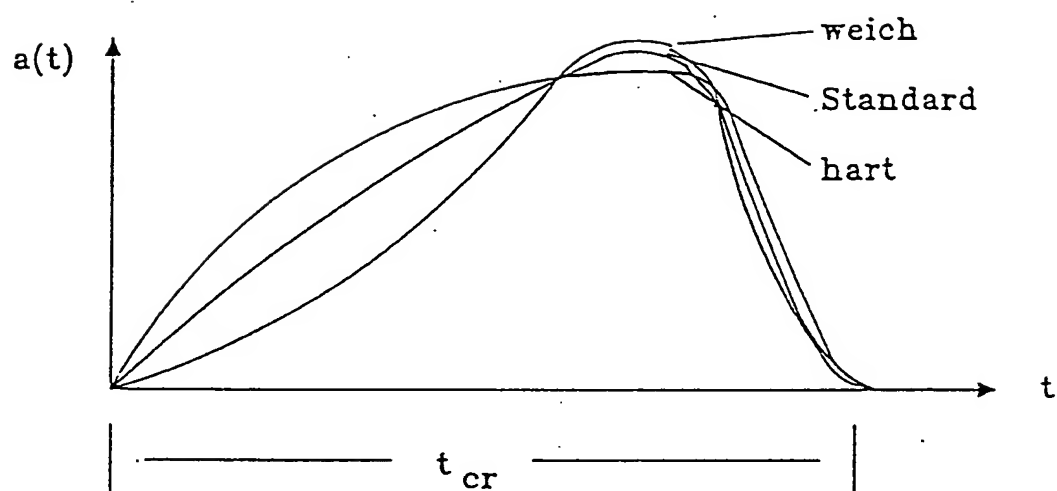


FIG. 7

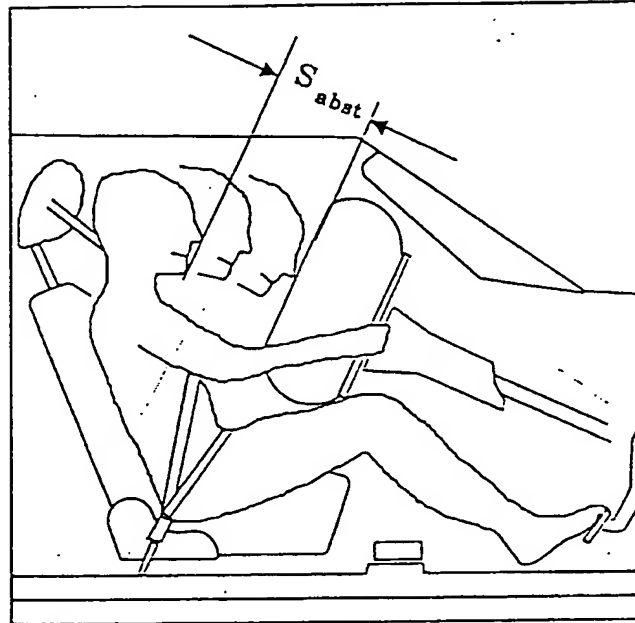


FIG. 8

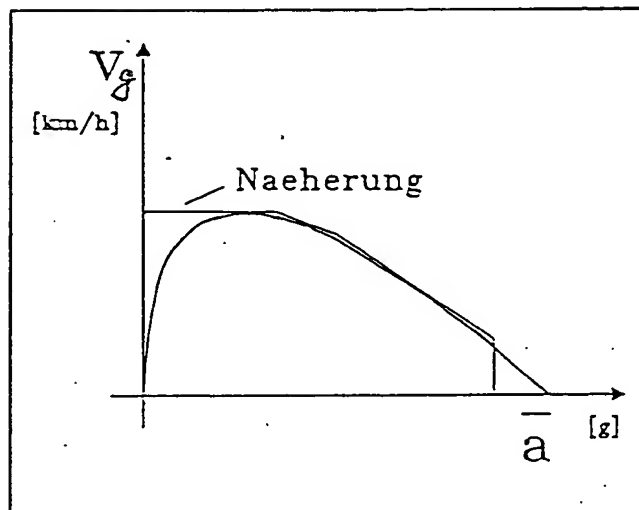


FIG. 9



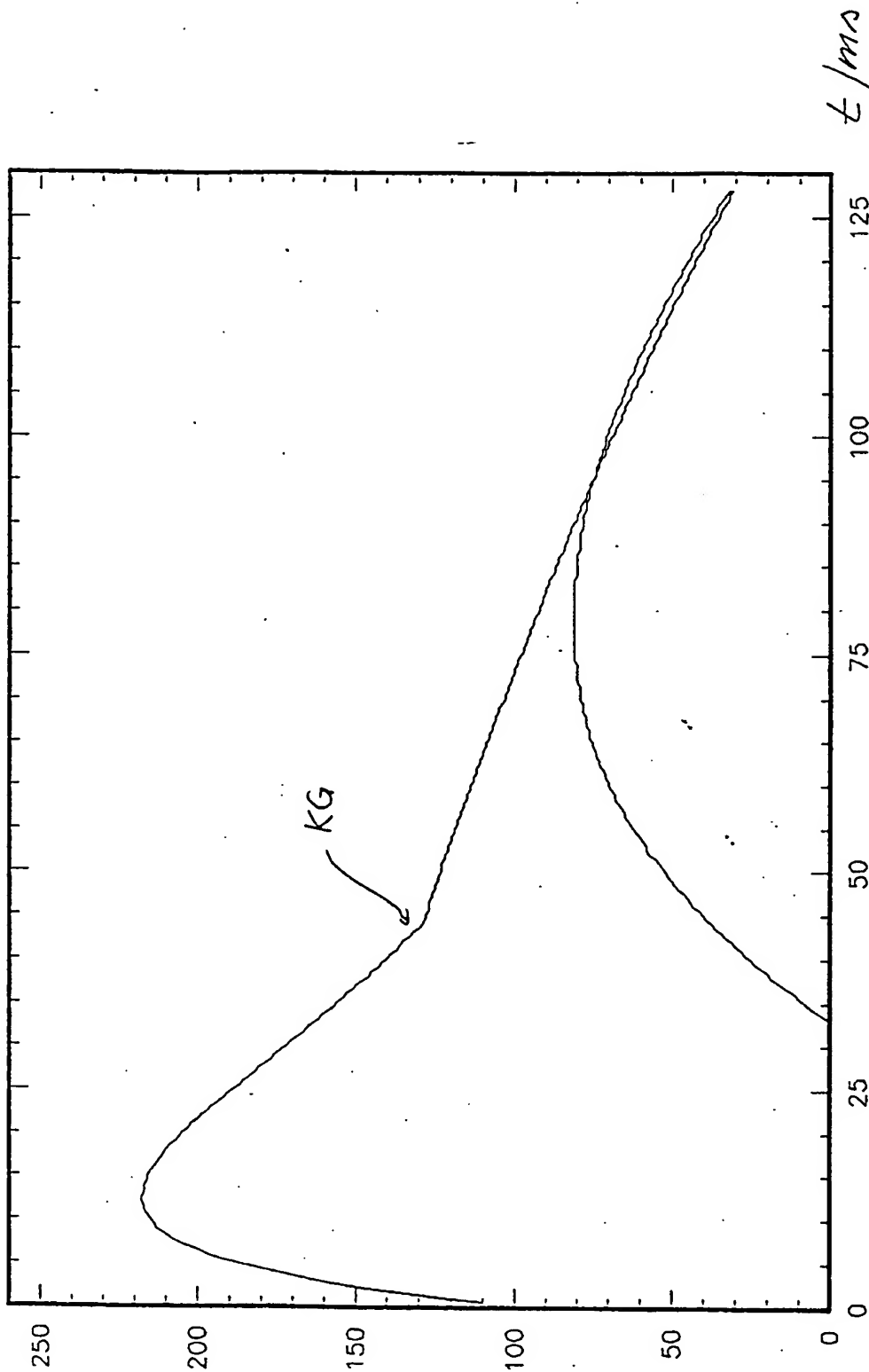


FIG. 10

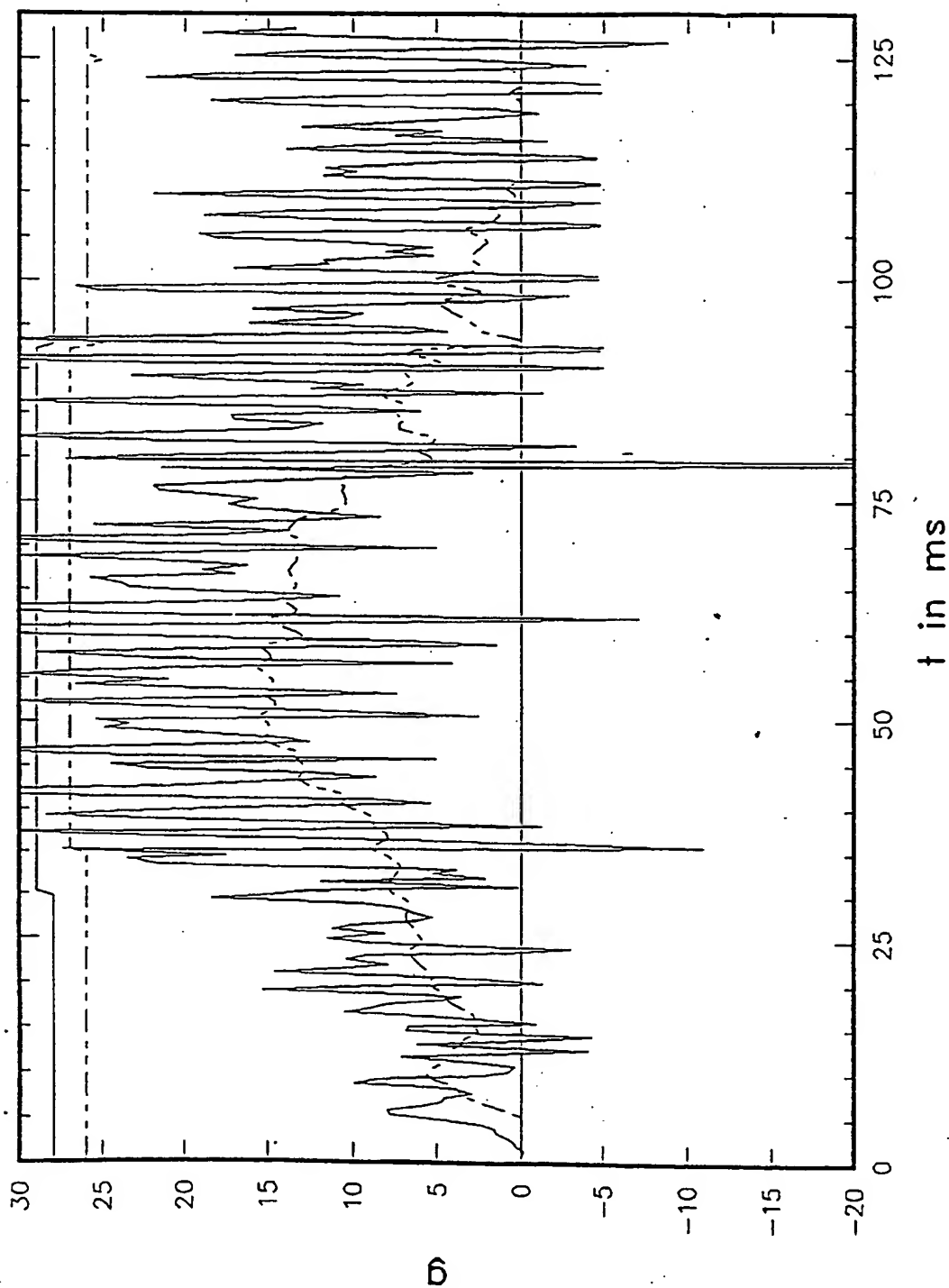


FIG. 11

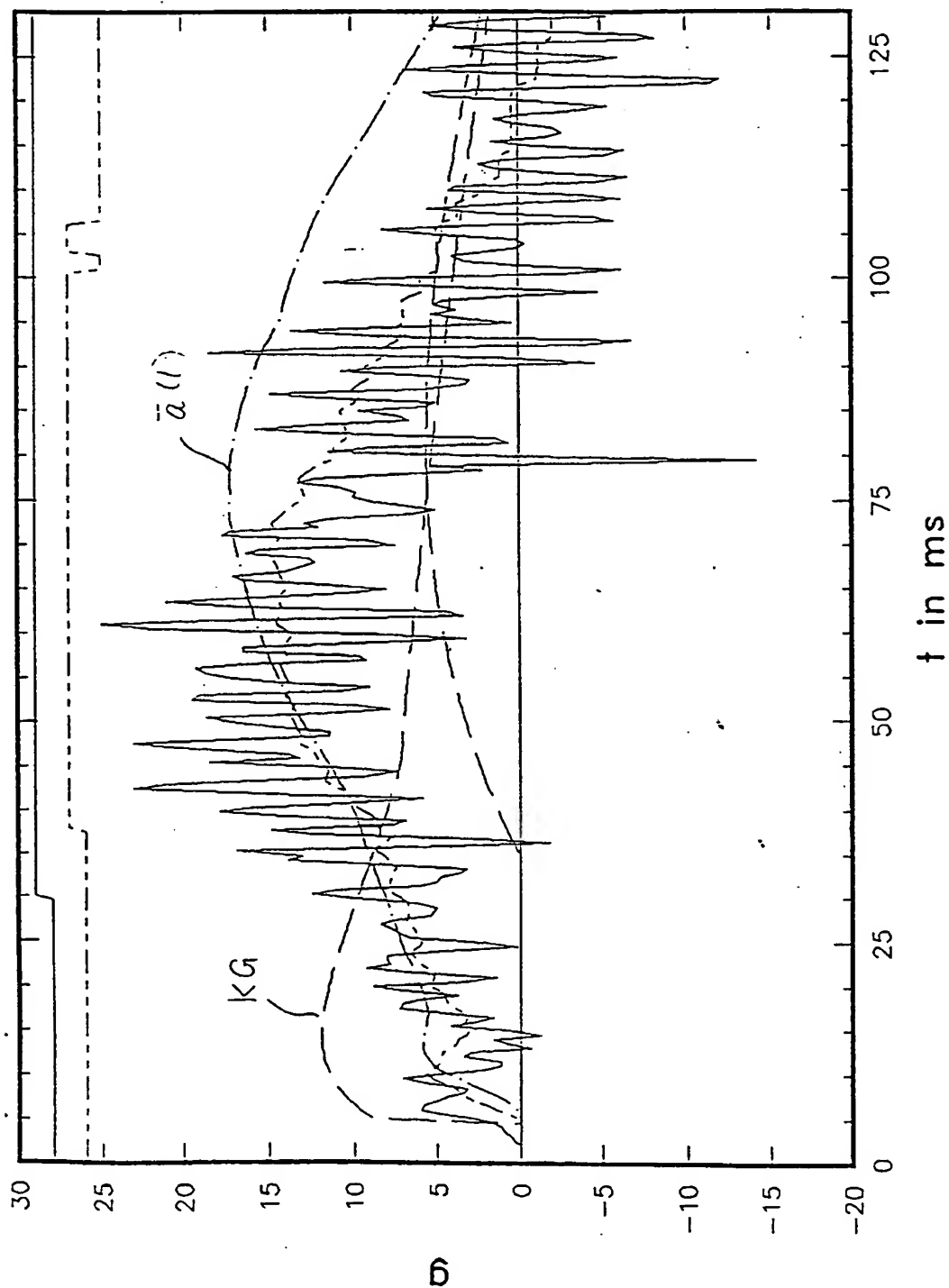


FIG. 12.